

車両追跡システム向けの電源統合化ソリューション

著者 : Celso Aron, Dominic Clavillas, Jardine Penafior

はじめに

車両追跡システム (VTS) は通常、乗用車やトラックに装着されます。VTS は、全地球測位システム (GPS) などの技術を用いて車両の速度、位置、方向に関するリアルタイム情報を提供するものです。

VTS が高い信頼度で機能するためには、堅牢な DC/DC 電源を備えることが必要です。電源は、ロード・ダンプ、コールド・クラック、逆極性などの一般的な車両故障状態、および、ISO 7637-2 規格と ISO 16750-2 規格に記載されている破損につながる

可能性のあるその他のトランジェントからシステムを保護するよう、設計する必要があります。また、車両から電力が供給されない場合に、システムはバックアップ・バッテリーに切り換えて連続動作を確保する必要があります。最後に、車載電源は、各種車載向け電磁場干渉 (EMI) 規格、中でも CISPR 25 に準拠する必要があります。

こうした課題に対処するため、アナログ・デバイセズは、車両追跡システム向けの高性能で簡便な電源ソリューションである、**EVAL-ADVTS4152-EBZ** 電源ソリューションを開発しました。

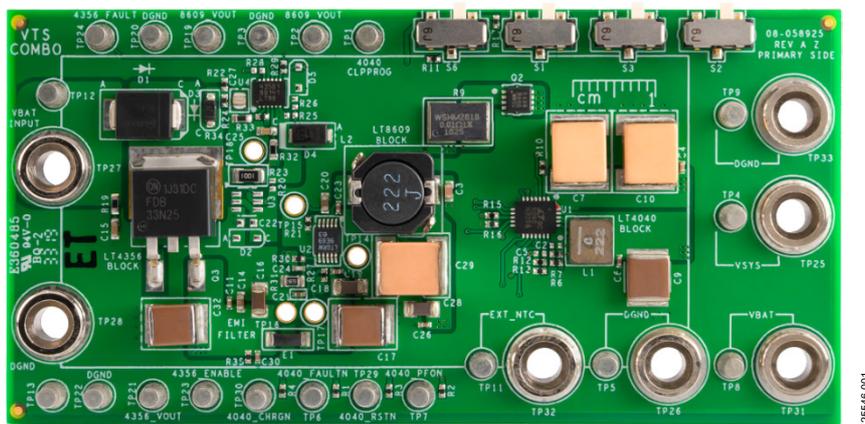


図 1. EVAL-ADVTS4152-EBZ 電源ソリューション評価用ボード

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

目次

はじめに	1	プリコンプライアンス・テスト	8
改訂履歴	2	ISO 7637-2:2011 規格および ISO 16750-2:2012 規格	8
統合化ソリューション	3	CISPR 25 放射エミッションおよび伝導エミッション	8
サージ・ストップ	4	参考資料	9
降圧レギュレータ	5		
バッテリー・バックアップ・パワーマネージャ	5		
サーマル・シャットダウン対策	7		

改訂履歴

10/2020—Revision 0: Initial Version

統合化ソリューション

EVAL-ADVTS4152-EBZ 電源ソリューションでは、サージ・ストップパ **LT4356-1**、高効率降圧レギュレータ **LT8609A**、バッテリー・バックアップ・パワーマネージャ **LTC4040** の3つの主要ブロックを統合しています。これらの3ブロックが連携して、VTS などの後段の電子回路に信頼性と効率に優れた電力を供給します。

EVAL-ADVTS4152-EBZ は、公称 12V または 24V のシステムに対応し、5V 3A の連続電流を出力できるよう設計されています。車載バッテリーからの電力が使用できない場合、システムは自動的に単一セルのリチウムイオン (Li-Ion) またはリン酸鉄リチウム (LiFePO₄) バッテリーによるバックアップ電源に切り替わりません。

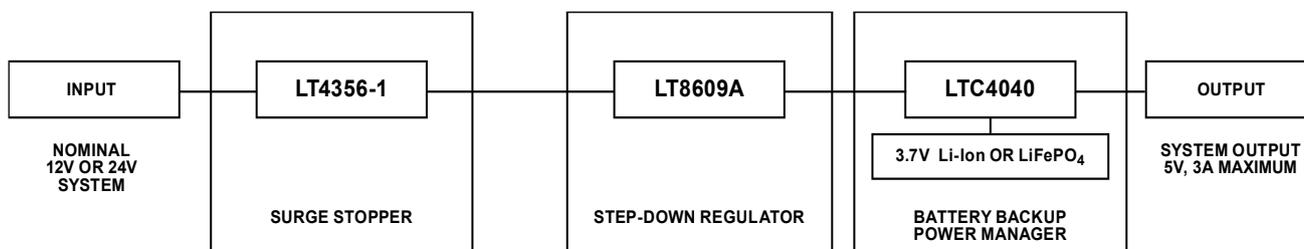


図 2. EVAL-ADVTS4152-EBZ の機能ブロック図

表 1. EVAL-ADVTS4152-EBZ の電気仕様

パラメータ	テスト条件/コメント	Min	Typ	Max	単位
INPUT					
Operating Range	12V および 24V の電源システムに最適 メイン バッテリー	6.5 2.7	12 or 24	38 5 200	V V V
Positive Surge Protection					V
Reverse Protection		-40			V
OUTPUT					
Voltage		4.5		5.5	V
Ripple	出力 = 5V、2A メイン 12V (降圧モード) バッテリー 3.6V (昇圧モード)		3.842 9.522		mV mV
Current				3	A
BACKUP BATTERY					
Operating Range		2.7		5	V
Selectable Charging Voltage	リチウムイオン LiFePO ₄		3.95, 4.0, 4.05, or 4.1 3.45, 3.5, 3.55, or 3.6		V V V

サージ・ストップ

高電圧トランジェントを処理する車載電源の設計には困難が伴う場合があります。壊れやすい電子回路に損傷を与えずにデバイスが過剰な電力を消費する必要があるので、EVAL-ADVTS4152-EBZ 電源ソリューションにはサージ・ストップ LT4356-1 が備わっており、高電圧トランジェントからシステムを保護し、このような事象が生じている間も動作し続けます。

LT4356-1 は、外付けの N チャンネル金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) をパス・トランジスタとして駆動します (図 3 を参照)。通常動作では、LT4356-1 は MOSFET を完全にオンにし、入力から供給先の負荷に向けて低インピーダンスのパスを生成します。入力電圧のサージが過大な場合、LT4356-1 は、MOSFET のゲートを制御し、OUT ピンとグラウンド間に設けられた R33 と R34 の抵抗分圧器によって設定される安全な電圧に、出力を調整します。TMR ピンとグラウンドの間に接続されたコンデンサ (C_{TMR}) が 1.35V に充電されるまで、MOSFET はオン状態を維持します。1.35V に充電されると、その時点で GATE ピンはローになり MOSFET をオフにします。

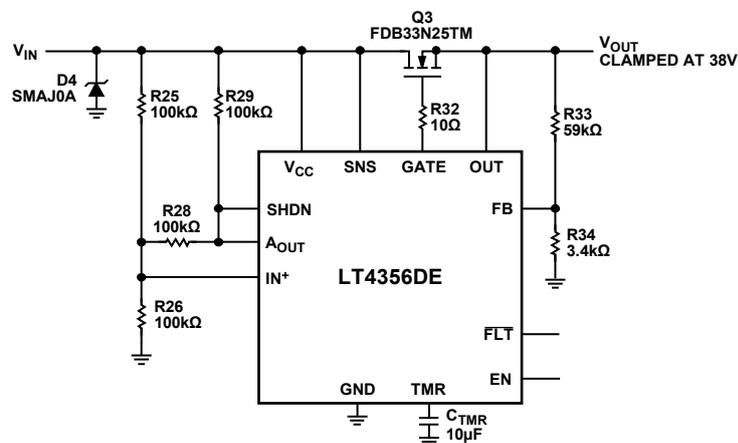


図 3. LT4356-1 サージ・ストップ

25546-003

ロード・ダンブ

ロード・ダンブは高電圧トランジェントの一例です。ロード・ダンブが発生するのは、車載バッテリーの充電中にオルタネータが切断され電圧サージが生じた場合です。EVAL-ADVTS4152-EBZ はサージ・ストップ LT4356-1 を使用して、壊れやすい車載電子回路をこのようなトランジェント状態から保護します。

テスト・セットアップ

ロード・ダンブ・テスト用パルスは、ロード・ダンブ・ジェネレータ DC1950A を使用して生成され、EVAL-ADVTS4152-EBZ の入力部を介して印加されます。更に、1A の定電流負荷が EVAL-ADVTS4152-EBZ の出力に加えられます。ロード・ダンブ状態のテスト・セットアップを図 4 に示します。

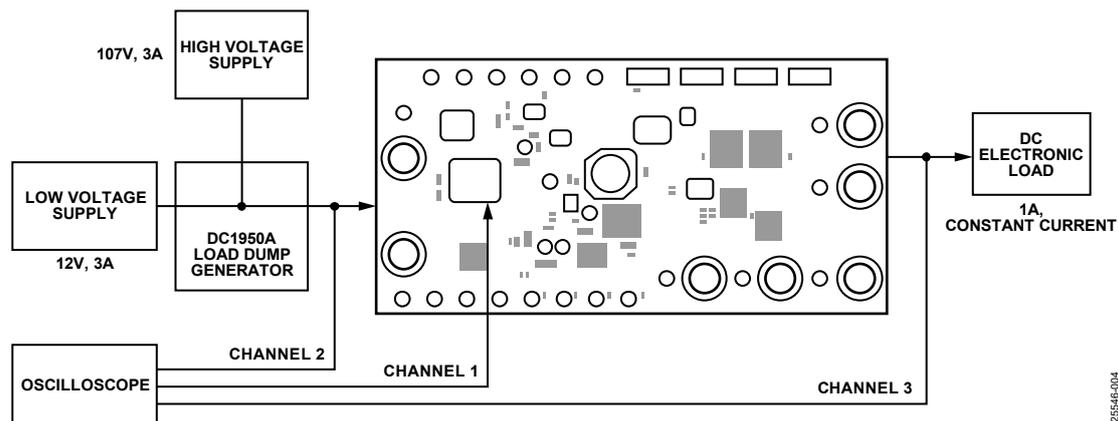


図 4. ロード・ダンブ状態のテスト・セットアップ

25546-004

図 5 に示すように、実際のサージ波形は、チャンネル 2 (C2) に表示され、105.6V のサージが約 400ms で減衰する様子を読み取れます。チャンネル 3 (C3) に示すように、出力部の電圧値は 5V を維持し、電力の中断がないことがわかります。図 5 には、LT4356-1 の応答もチャンネル 1 (C1) に示されています。波形の平坦な部分は、チップが 38V の所定クランプ電圧に電圧を調整していることを示しています (図 5 を参照)。

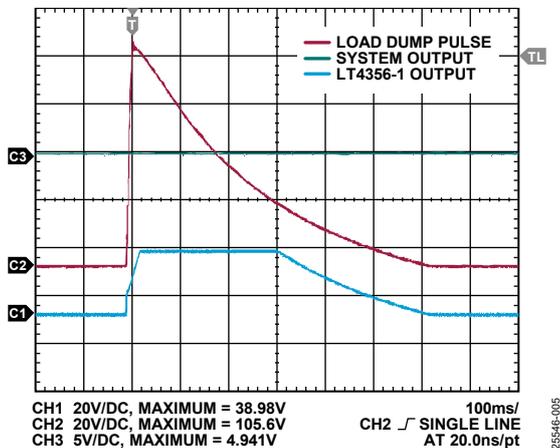


図 5. 高電圧トランジェント時の EVAL-ADVTS4152-EBZ の応答

降圧レギュレータ

次に、LT4356-1 の出力は、高効率降圧レギュレータ LT8609A の入力に接続されます (図 6 を参照)。LT8609A は 3.0V~42V の幅広い入力範囲を持ちます。RT とグラウンドの間の抵抗を用いて、スイッチング周波数を設定します。SYNC ピンを使用すると、スペクトル拡散変調による低 EMI 動作が可能となります。

バッテリー・バックアップ・パワーマネージャ

VTS が継続的に機能するには、車載バッテリーからの電力供給が途絶えた場合に備えてバックアップ電源を持っていることが必要です。EVAL-ADVTS4152-EBZ には、大電流昇圧 DC/DC レギュレータ LTC4040 があり、単一セル・リチウムイオンまたは LiFePO₄ バッテリーから電源をバックアップします (図 7 を参照)。

LT4356-1 の出力が 1.2V のパワー・フェール入力 (PFI) 閾値未満に低下すると、2.5A の昇圧レギュレータがバックアップ・バッテリーから後段の負荷に電力を供給します。

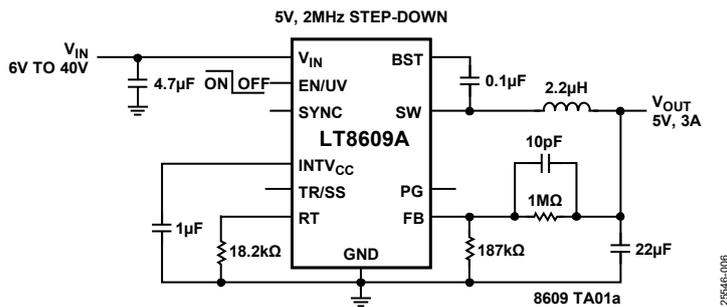


図 6. LT8609A 降圧レギュレータ

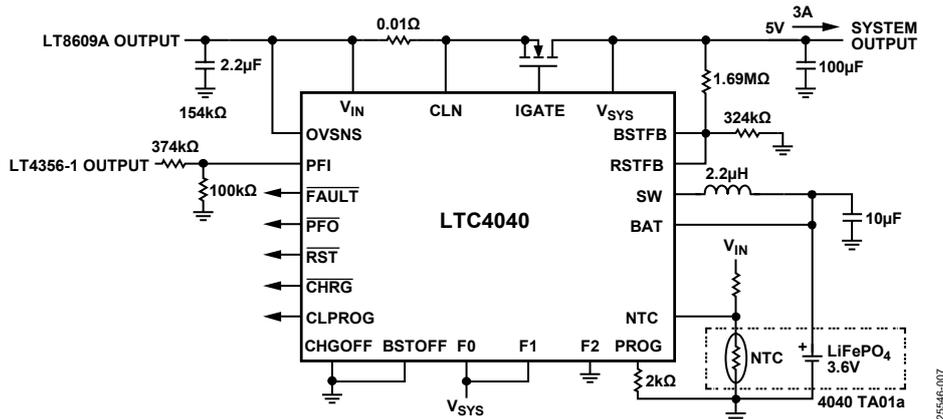


図 7. LTC4040 バッテリー・バックアップ・パワーマネージャ

通常モードからバックアップ・バッテリー・モードへの移行

ブラウンアウト状態を模すために、EVAL-ADVTS4152-EBZの入力の電源を切断し、通常動作からバックアップ・バッテリー・モードへの波形の変化を観察しました。図9にテスト・セットアップを示します。また、このシミュレーションは、コールド・クランクなどの低電圧トランジェントの間、どのようにEVAL-ADVTS4152-EBZが動作を続けるのかも示します。

図8では、通常の12V入力をチャンネル1 (C1) で示します。チャンネル3 (C3) に示すシステム出力は、12Vの入力が低下しても5Vの出力が維持されることを示しています。また、この結果は、コールド・クランク・トランジェントの間もEVAL-ADVTS4152-EBZが継続的に動作できることを示しています。

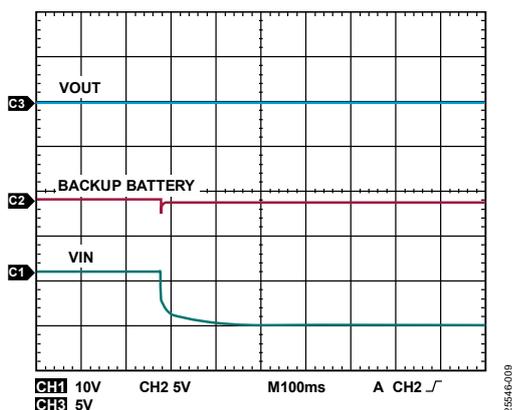


図8. ブラウンアウト状態の間の EVAL-ADVTS4152-EBZ の応答 (VIN = 12V および VOUT = 5V)

バッテリー充電電圧の選択

車載バッテリーが使用可能な場合、昇圧レギュレータは降圧バッテリー・チャージャとして逆の動作を行います。充電電圧は、ユーザーによって選択可能なピンを介し、バッテリーの種類に応じて設定できます。LTC4040は、2種類のバッテリー化学組成 (リチウムイオンおよびLiFePO₄) のそれぞれに対し4通りの充電電圧オプションを備えており、これらのオプションは、S1、S2、S3のスライド・スイッチ・ピンを使用して選択できます。表2に、2種類のバッテリーに対する充電電圧を選択するためのスイッチ設定を示します。

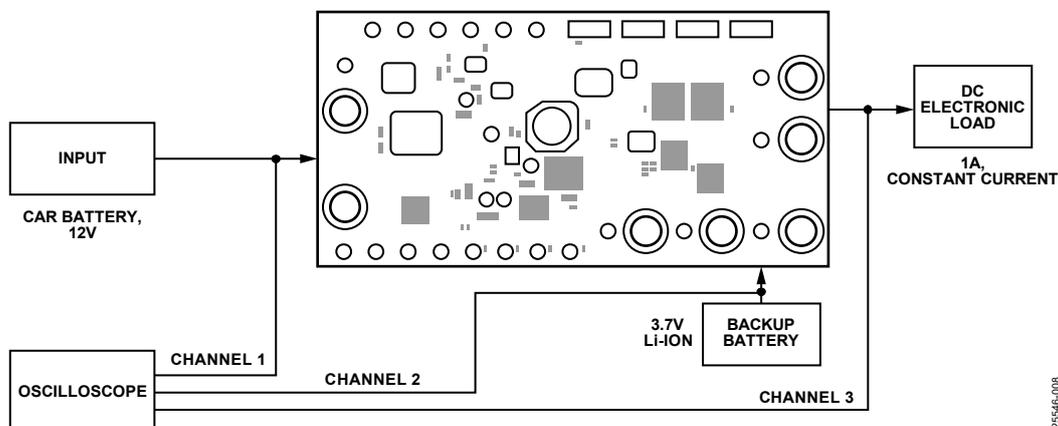


図9. ブラウンアウト状態のシミュレーション・テスト・セットアップ

表2. バックアップ・バッテリー用充電電圧設定

Battery Type	Switch Setting	Min	Typ	Max	Unit
BATTERY REGULATED OUTPUT VOLTAGE					
For LiFePO ₄ Option	S1 = 0, S2 = 0, S3 = 0	3.42	3.45	3.48	V
	S1 = 0, S2 = 1, S3 = 0	3.47	3.50	3.53	V
	S1 = 0, S2 = 0, S3 = 1	3.52	3.55	3.58	V
	S1 = 0, S2 = 1, S3 = 1	3.57	3.60	3.63	V
For Li-Ion Option	S1 = 1, S2 = 0, S3 = 0	3.92	3.95	3.98	V
	S1 = 1, S2 = 1, S3 = 0	3.97	4.00	4.03	V
	S1 = 1, S2 = 0, S3 = 1	4.02	4.05	4.08	V
	S1 = 1, S2 = 1, S3 = 1	4.07	4.10	4.13	V

サーマル・シャットダウン対策

異常に高い DC 電圧からの保護を行う設計が必要な場合、EVAL-ADVTS4152-EBZ には、ピン選択可能な温度スイッチ [ADT6401](#) を使用して過熱保護を行うオプションがあります。ADT6401 の回路図については、EVAL-ADVTS4152-EBZ、UG-1916 を参照してください。

プリコンプライアンス・テスト

ISO 7637-2:2011 規格および ISO 16750-2:2012 規格

ISO 7637-2:2011 規格と ISO 16750-2:2012 規格は、発生し得るトランジェントについて説明し、そのトランジェントをシミュレーションするテスト方法を指定しています。参考として、準拠に必要なテスト条件を 図 10 に示します。

Clause	Test Requirement
ISO 7637-2:2011	
ISO 16750-2:2012	
4.2	Direct Current Supply Voltage
4.3	Overvoltage
4.4	Superimposed Alternating Voltage
4.5	Discontinuities in Supply Voltage
4.6	Momentary Drop in Supply Voltage
4.6.1	Reset Behavior at Voltage Drop
4.6.2	Starting Profile
4.6.3	Load Dump – Test A and Test B
4.7.2.3	Reversed Voltage – Case 2
4.9	Open Circuit Tests
4.9.1	Single Line Interruption
4.9.2	Multiple Line Interruption
4.10.2	Short Circuit Protection – Signal Circuits

図 10. ISO 7637-2 および ISO 16750-2 のテスト条件

CISPR 25 放射エミッションおよび 伝導エミッション

CISPR 25 は、車両におけるオンボード・レシーバーを保護するために放射エミッションおよび伝導エミッションを規制する、自動車向け規格です。EVAL-ADVTS4152-EBZ の放射 EMI 性能を、図 11 と図 12 に示します。これに対し、伝導 EMI 性能を図 13 と図 14 に示します。図 11～図 14 の赤色の線は、CISPR25 クラス 5 に定める放射エミッションおよび伝導エミッションのピーク制限を表しています。

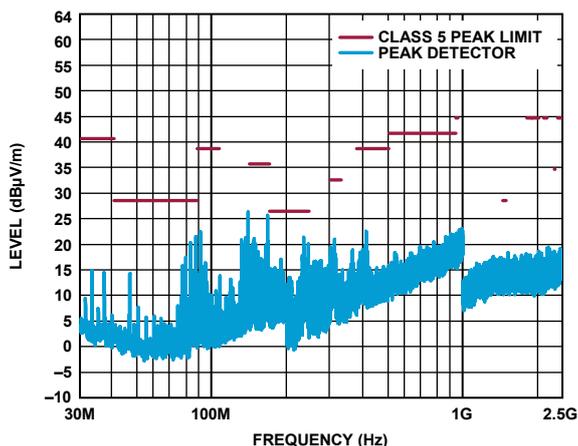


図 11. 放射 EMI 性能、水平偏波

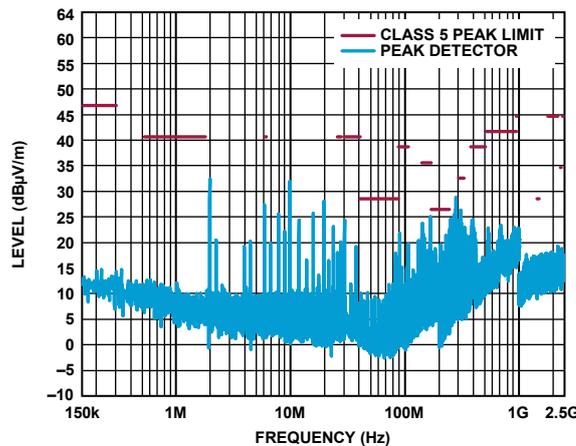


図 12. 放射 EMI 性能、垂直偏波

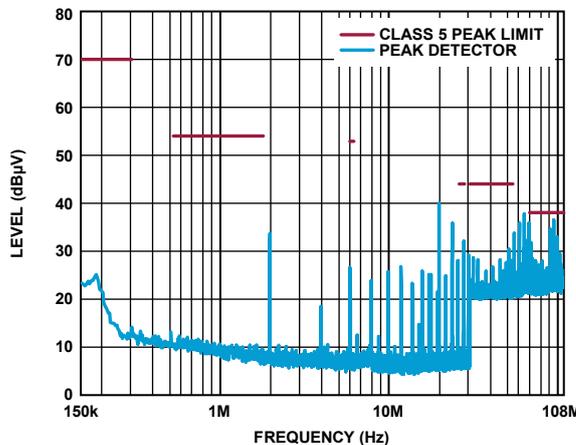


図 13. 伝導 EMI 性能、正極性

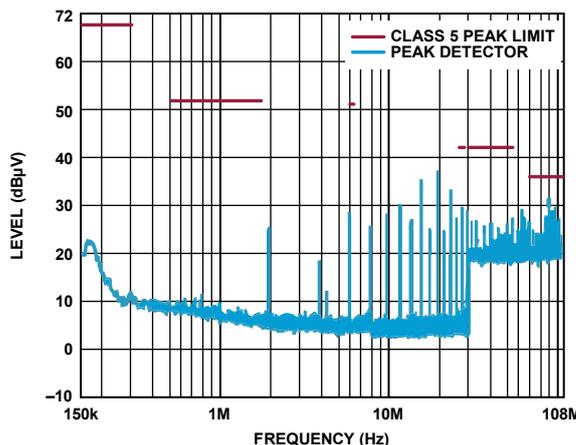


図 14. 伝導 EMI 性能、負極性

参考資料

LT4356-1 データシートアナログ・デバイセス

LT8609A データシートアナログ・デバイセス

LTC4040 データシートアナログ・デバイセス

EVAL-ADVTS4152-EBZ 電源ソリューション・ユーザ・ガイド
(UG-1916) アナログ・デバイセス

2019年8月 VOL 53 Analog Dialogue、過酷な車載環境向けの包括的な電源システム、小型/高効率/低 EMI を実現、アナログ・デバイセス

技術記事、Low Quiescent Current Surge Stopper: Robust Automotive Supply Protection for ISO 7637-2 and ISO 16750-2 Compliance、アナログ・デバイセス